

AUSLEGESCHRIFT 1 026 876

SCIENTIFIC LIBRARY

JUN 13 1958

U. S. PATENT OFFICE

T 7987 VIII c/21 g

ANMELDETAG: 17. JUNI 1953

BEKANNTMACHUNG

DER ANMELDUNG

UND AUSGABE DER

AUSLEGESCHRIFT: 27. MÄRZ 1958

1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von p-n-Übergängen bestimmter Sperrschichtgröße in Halbleiterkörpern durch Legierung bzw. Diffusion.

Solche Sperrschichten werden auf bekannte Weise dadurch erzeugt, daß man in die Oberfläche eines Halbleiterkristalls von bestimmtem Leitfähigkeitstyp, beispielsweise aus n-leitendem Germanium, ein Störstellenmaterial von in bezug auf den betreffenden Halbleiterkristall entgegengesetzter Wirksamkeit ein-

diffundieren läßt. Bei den bekannten Kristalldioden mit Spitzenkontakt, deren schematischer Aufbau in Abb. 1 wiedergegeben ist, ist es üblich, die Eindiffusion des Störstellenmaterials beispielsweise dadurch zu bewirken, daß das betreffende Störstellenmaterial der Spitzenelektrode 1 als Legierungsbestandteil beigegeben wird und die Spitze mit der Oberfläche des Kristalls 2, z. B. unter Anwendung eines starken Stromstoßes, fest verschweißt wird. Dabei diffundieren die Störstellenatome aus der Spitze in den Halbleiterkristall hinein, so daß in der Umgebung der Kontaktstelle 3 eine Zone von entgegengesetzter Leitfähigkeit gebildet wird, deren Grenze 4 als p-n-Sperrschicht wirksam ist.

Bei einem p-n-Flächengleichrichter, der z. B. in Abb. 2 schematisch dargestellt ist, wird zur Durchführung dieser Diffusionsmethode das Störstellen liefernde Material bekanntlich in Form einer kleinen Pille 1 in größerflächigen Kontakt mit dem in diesem Fall erforderlichen Einkristall 2 gebracht und auf die Oberfläche aufgeschmolzen. Unter Einfluß der Schmelztemperatur diffundieren ebenso wie bei der oben beschriebenen Spitzendiode Störstellenatome in den Einkristall hinein und erzeugen in der Umgebung der Berührungsfläche eine p-n-Sperrschicht 3.

Die nach den bekannten Verfahren hergestellten Kristalloden haben den Nachteil, sich nur schwer mit annähernd gleicher Kapazität reproduzieren zu lassen, weshalb diese Verfahren für die Fertigung großer Stückzahlen ungeeignet sind. Der Frequenzbereich einer so hergestellten Kristallode kann daher praktisch nicht im voraus festgelegt werden, sondern wird in der Regel durch nachträglich angestellte Messungen von Fall zu Fall ermittelt. Der Grund für dieses nachteilige Verhalten der nach bekannten Verfahren hergestellten Kristalloden liegt darin, daß der Diffusionsvorgang nicht so gesteuert und beherrscht werden kann, daß bei allen Erzeugnissen eine Sperrschicht von annähernd gleicher Ausdehnung zustande kommt.

Bei dem Verfahren gemäß Abb. 1 wird z. B. die Ausdehnung der Sperrschicht weitgehend durch die Größe der Schweißstelle 3 bestimmt, die ihrerseits von allerlei unkontrollierbaren Effekten abhängig ist. Bei dem Flächengleichrichter in Fig. 2 hängt die

Verfahren zur Herstellung von p-n-Übergängen bestimmter Sperrschichtgröße

Anmelder:

Telefunken G. m. b. H.,
Berlin NW 87, Sickingenstr. 71

Friedrich Wilhelm Dehmelt, Belecke/Möhne,
ist als Erfinder genannt worden

2

Größe der Sperrschicht 3 und damit die Eigenkapazität der Kristallode von der Ausdehnung der Berührungsfläche ab, mit welcher die Pille 1 auf den Kristall 2 aufgeschmolzen wird. Aus Abb. 3 geht hervor, wie sich beispielsweise ein Unterschied der Diffusionstemperatur oder der Temperzeit auf die Größe dieser Berührungsfläche auswirkt. Dabei stellt die gestrichelt ausgeführte Linie das Aussehen der die Störstellen liefernden Pille bei einer höheren Temperatur oder nach einer längeren Temperzeit dar. Man erkennt, daß sich die Pille auf der Kristalloberfläche um so mehr ausbreitet, je größer die Temperzeit oder je höher die Temperatur ist.

Die Erfindung hat ein Verfahren zur Herstellung einer unsymmetrisch halbleitenden Übertragungsvorrichtung zum Ziele, welche sich durch eine hohe Reproduzierbarkeit der Eigenkapazität auszeichnet, so daß Kristalloden für annähernd den gleichen Frequenzbereich erzeugt werden können. Ein solches Verfahren wird gemäß der Erfindung dadurch erhalten, daß in einer Schmelze des Störstellenmaterials ein Halbleiterkörper mit veränderlichem Querschnitt, z. B. ein Halbleiterkegel, eingetaucht wird, derart, daß die gewünschte Flächenausdehnung der sich bildenden Sperrschicht durch die Eintauchtiefe bestimmt wird.

Gemäß einer Weiterbildung des Verfahrens nach der Erfindung ist es vorteilhaft, wenn der Halbleiterkörper an den besagten Stellen mit veränderlichem Querschnitt, vorzugsweise als Spitze, ausgebildet wird. Auf diese Weise kann je nach Eintauchtiefe dieser Teile des Kristalls in das Störstellen liefernde Material eine Sperrschicht von gewünschter Ausdehnung und damit eine Kristallode mit einer definierten oberen Frequenzgrenze hergestellt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren setzt nicht unbedingt voraus, daß der ganze Halbleiterkörper aus ein-

kristallinem Material besteht, wie dies z. B. bei den p-n-Flächengleichrichtern der Fall ist. Wesentlich ist aber, daß zumindest die Teile des Kristalls, soweit sie in das Störstellenmaterial eintauchen, einkristallin sind. Ist der Kristall im Sinne der Erfindung beispielsweise als Spitze ausgebildet, so genügt es, wenn das vorderste Ende der Spitze, soweit es in das Störstellenmaterial eintaucht, von einem einzigen Kriställchen gebildet wird.

Das Verfahren gemäß der Erfindung sei an einem Beispiel näher beschrieben.

Abb. 4 zeigt ein Verfahren zur Herstellung einer Kristalldiode, bei dem mit einer geeigneten Schaltung eine gewünschte Kapazität erreicht und kontrolliert wird. Mit 1 wird beispielsweise ein aus n-leitendem Germanium bestehender Kristall bezeichnet, der an seinem Ende spitz zugeschliffen und mit seinem anderen Ende sperrschichtfrei an einer Haltevorrichtung 3 aus Kupfer oder einem anderen leitenden Material befestigt wird. Der Kristall 1 taucht — wie ersichtlich — mit seinem spitzen Ende zu einem Teil in eine auf einer metallenen Unterlage 4 befindliches Störstellenmaterial 2 ein, wozu vorzugsweise Indium verwendet werden kann. Die Unterlage 4 wird dabei durch einen aus der Stromquelle 7 gespeisten Querstrom derart geheizt, daß das Störstellenmaterial 2 flüssig wird. Dabei bildet sich eine Sperrschicht aus, die zwischen den beiden Flanken des angeschliffenen Kristalls verläuft und damit eine genau definierte Ausdehnung erhält. Je tiefer der Kristall in das Störstellenmaterial eintaucht, um so größer wird die Ausdehnung der Sperrschicht.

Zur Kontrolle der Kapazität wird gleichzeitig in Flußrichtung ein aus der Spannungsquelle 5 gespeister Strom geleitet. Die Größe dieses am Instrument 6 abgelesenen Stromes ist ein direktes Maß für die Eintauchtiefe der Kristallspitze und damit für die Größe der Kapazität. Hat der Kristall die gewünschte Eintauchtiefe erreicht, so wird der Querstrom durch die Unterlage 4 unterbrochen und das Störstellenmaterial zur Erstarrung gebracht.

Das Instrument 6 kann vorzugsweise direkt in Kapazitätswerten geeicht werden. Diese Eichung ist aber nur gültig, wenn für sämtliche Kristalloden, deren Kapazität gemessen werden soll, der gleiche Kegelwinkel der Spitze, gleiche Kegelhöhe und wegen

der Temperaturabhängigkeit der Leitfähigkeit Halbleiterkristalls auch die gleiche Temperatur gehalten wird. Da ferner der zwischen der Sperrschicht und der Einspannvorrichtung 3 befindliche Teil des Halbleiterkristalls einen gewissen Vorwiderstand darstellt, muß für jede Messung auch der gleiche spezifische Widerstand des Halbleitermaterials ausgesetzt werden.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Herstellung von p-n-Übergängen bestimmter Sperrschichtgröße in Halbleiterkörpern durch Legierung bzw. Diffusion, dadurch gekennzeichnet, daß in eine Schmelze des Störstellenmaterials ein Halbleiterkörper mit veränderlichem Querschnitt, z. B. ein Halbleiterkörper eingetaucht wird, derart, daß die gewünschte Flächenausdehnung der sich bildenden Sperrschicht durch die Eintauchtiefe bestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der in das Störstellenmaterial eintauchende Teil des Halbleiterkörpers einkristallin ausgebildet ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sperrschichtfläche durch die Messung des elektrischen Widerstandes über der Sperrschicht während des Eintauchens kontrolliert und daß nach diesem Meßwert die Eintauchtiefe des Kristalls in die Schmelze eingestellt, die Heizung abgeschaltet und das Störstellenmaterial zur Erstarrung gebracht wird, sobald die gewünschte Eintauchtiefe erreicht ist.

In Betracht gezogene Druckschriften:

Schweizerische Patentschrift Nr. 287 690;

Zeitschrift »Das Elektron«, 5 (1951/52), S. 438 v. Angerer-Ebert, »Technische Kunstgriffe«

Braunschweig, 1952 (8. Auflage), S. 6;

»Elektroakustisches Taschenbuch«, VDI-Verlag, Berlin, 1940, S. 4 bis 49;

»Der Radiomarkt«, Beilage in der »Elektro-Technik«, Coburg, 9. 2. 1951, S. 14 bis 16;

»Funkschau«, 1952, S. 65;

Proceedings IRE, 40 (November 1952), S. 1341/1342.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

Abb. 1

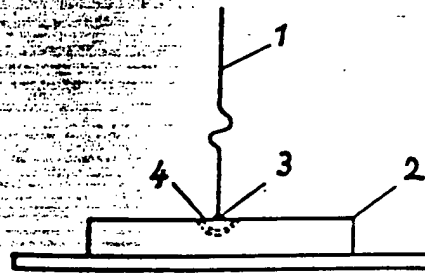


Abb. 2

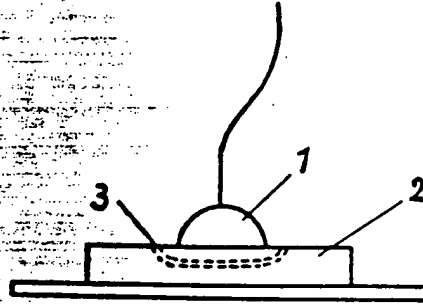


Abb. 3

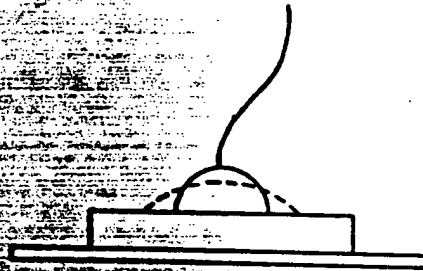


Abb. 4

